

الاكتشافات الكبيرة

سلسلة من كل علم خبر

العالم يُبدّل معالم وجهه

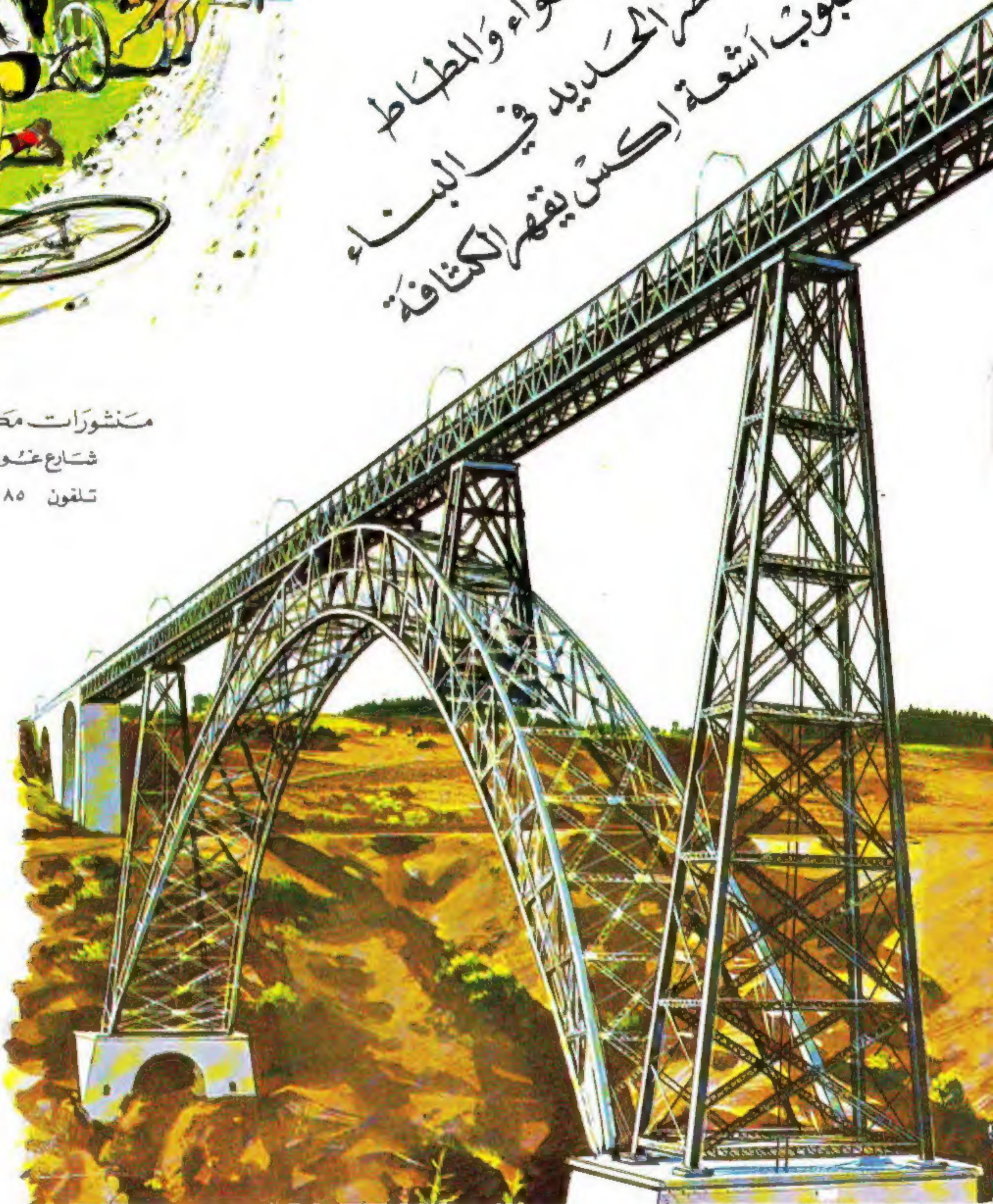
• أظهر الهواء والمطاط
• عصر الحديد في البناء
• أنبوب أشعة إكس يقهر الكثافة

٢٢

منشورات مكتبة سيمير

شارع غورو - بيروت

تلفون ٢٢٦٠٨٥ - ٢٣٨١٨١





- «جون بُويد دَنلوب» وابنه «جوني» يقفز على دراجته الهوائية ، وقد زُوِدَتْ عجلاتها بأطُر من المطاط المُلَيء . ما الحيلة في ذلك ؟

- ما أكثر انفزارَ الأطر الهوائية في السباقات ! لذا يحتاط المتبارون للأمر ، فيحملون الأطر الهوائية البديلة ملفوفةً حول صدورهم .

أَطُرُ الْمَسَافَةِ وَالْمَطَّاط

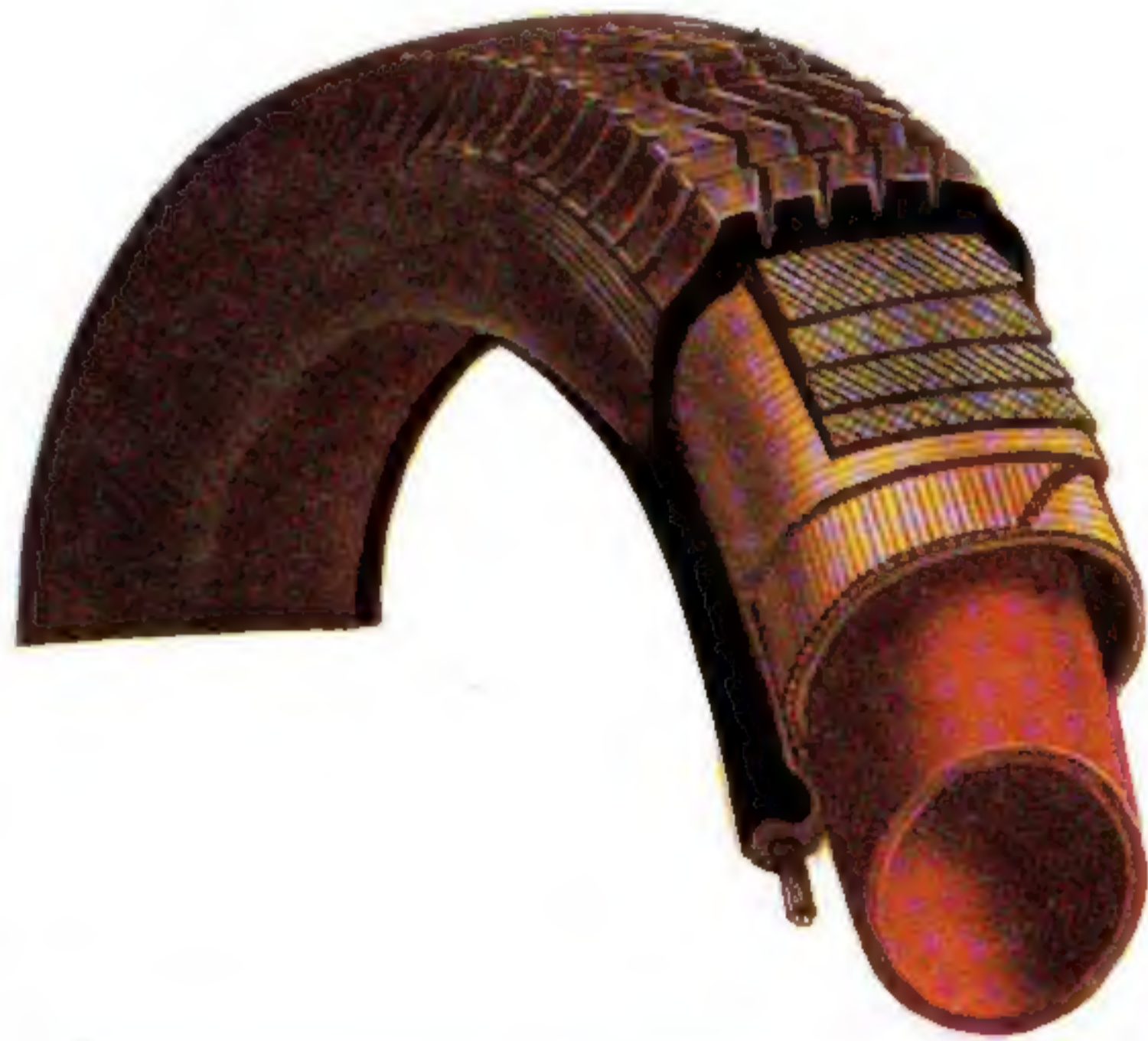
في ضواحي «بَلْفَاسْت» ، حيث كان يَسْتَدْعِيهِ عمله . كانت عَرَبَتُهُ الخفيفة ، على^٢ ما فيها من نَوَابِضٍ^٣ ، تُعَانِي^٤ الكثير من الخَصْخَصَةِ والترَجُّج ، على طُرُقَات

كان الطبيبُ البَيطَرِيُّ الأُسْكُوتَلَنْدِيُّ الطَّيِّبُ القلب ، «جُون بُويد دَنلوب» (١٨٤٠ - ١٩٢١) ، يَجُوبُ^١ الريفَ الإِرْلَنْدِيَّ بِعَرَبَةٍ خَيْلٍ بسيطة ، ويزورُ المزارع

الريف الوعرة المحفّرة .

ألم يكن من حيلة لمعالجة ذلك الوضع
المزعج ؟

كان « دنلوب » يفكر في ذلك ؛
وكان يهتم بشؤون الميكانيكا عامة ، وبوسائل
النقل خاصة . هذا ، وكانت دراجة ابنه
« جوني » الثلاثية العجلات تعاني المشكلة
ذاتها ؛ فيؤذيه أن يراه يشقى ويجهد
نفسه على الأرض الخشنة ، حيث ما
كانت أطرّه المطاط الملامى ، التي زودت
بها العجلات ، تُلطّف من الخضخضة
شيئاً . فكر « دنلوب » بإمكانية وصل



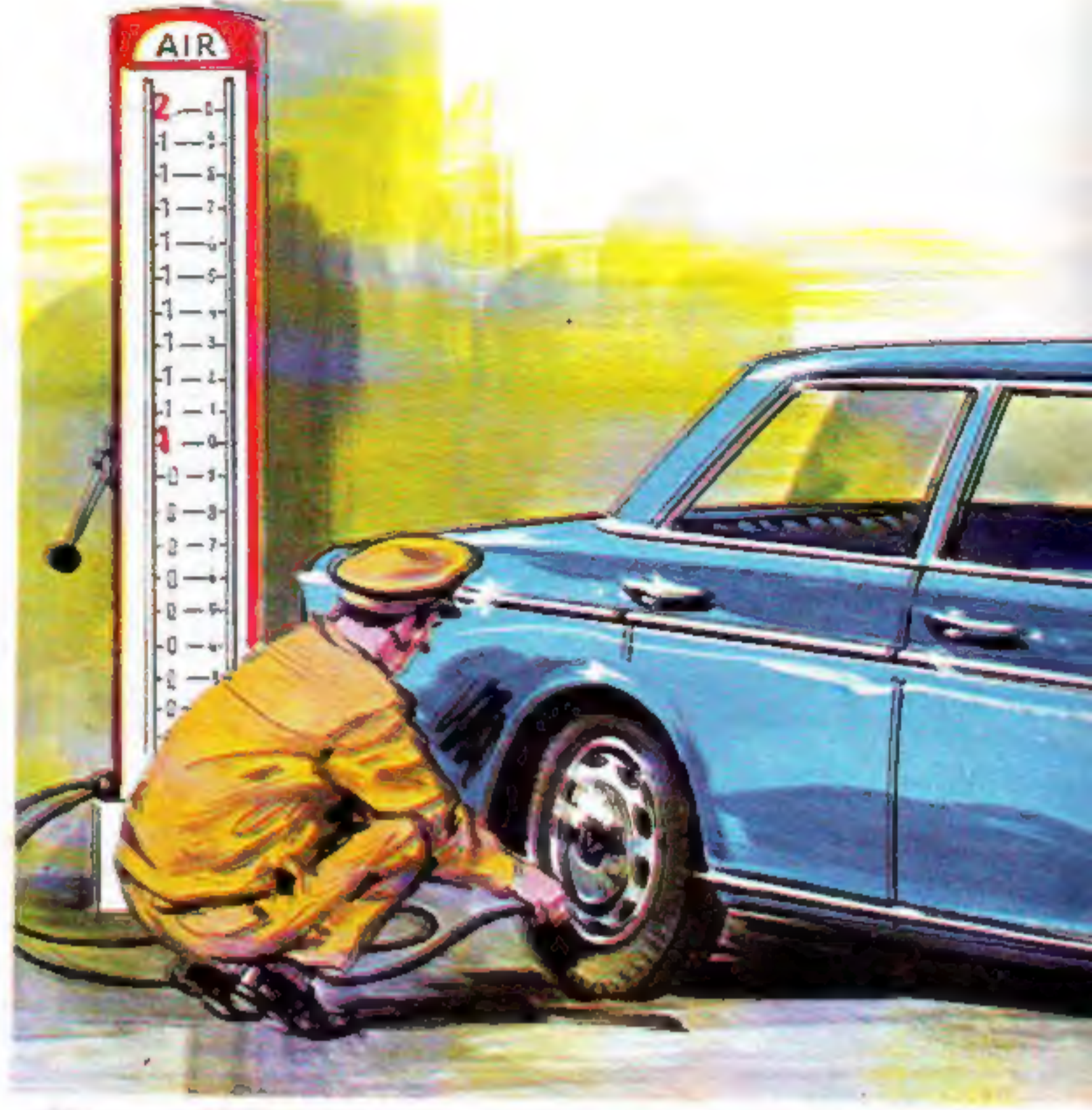
- تركيب إطار .

الإطار المعدني بمحور العجلة ، بواسطة
أشعة لينة مرنة ، أو بنوابض مسطّحة أو
حلزونية ... وفجأة خطرت بباله الفكرة
الحاسمة^٦ : إن المجال الذي ينبغي تحسين
الأوضاع فيه ، هو المجال الواقع ما بين
العجلة والطريق .

وإذا « بدنلوب » يعمد^٧ الى بعض
الألواح الخشبية ، فيصنع منها اسطوانة
من خشب يبلغ قطرها ٤٠ سنتيمتراً .
ثم يُحضّر « ورقة انكليزية » ، وهي عبارة
عن ورقة من المطاط المُصمَّع ، فيصنع
منها نوعاً من أنبوب يُحكّم وصل طرفيه .
اتخذ هذا الأنبوب المُقفل على ذاته شكل
دائرة ، شكل العجلة الخشبية الإختبارية .

بقي أن يُزوّد هذا الإطار الهوائي
بحلّمة تسمح بدخول الهواء : فوفت بالحاجة
حلّمة إحدى المصاصات . أدرك « دنلوب »
أنّه إذا ضخّ الهواء في الأنبوب ، إنتفخ
المطاط وتعرّض للإنفجار . وفي صدد ذلك
يقول في مُذكراته : « هنا لجأت الى
معارف زوجتي أستنير بها ؛ فرودتني بما
كنتُ أحتاجُ اليه : قطعة من كتان متين
أغبر مزقتها من ثوب قديم . عالجتها

جداً : تناولت عجلة^٩ دراجة « جوني »
الأمامية ، ودفعتها في الساحة . فما لبثت
أن فقدت زخمها وانهارت ؛ أما الاسطوانة^{١٠}
الخشبية ، فانطلقت بخفة ، حتى بلغت
جدار السور ، فارتطمت^{١١} به وارتدت
واثبة .



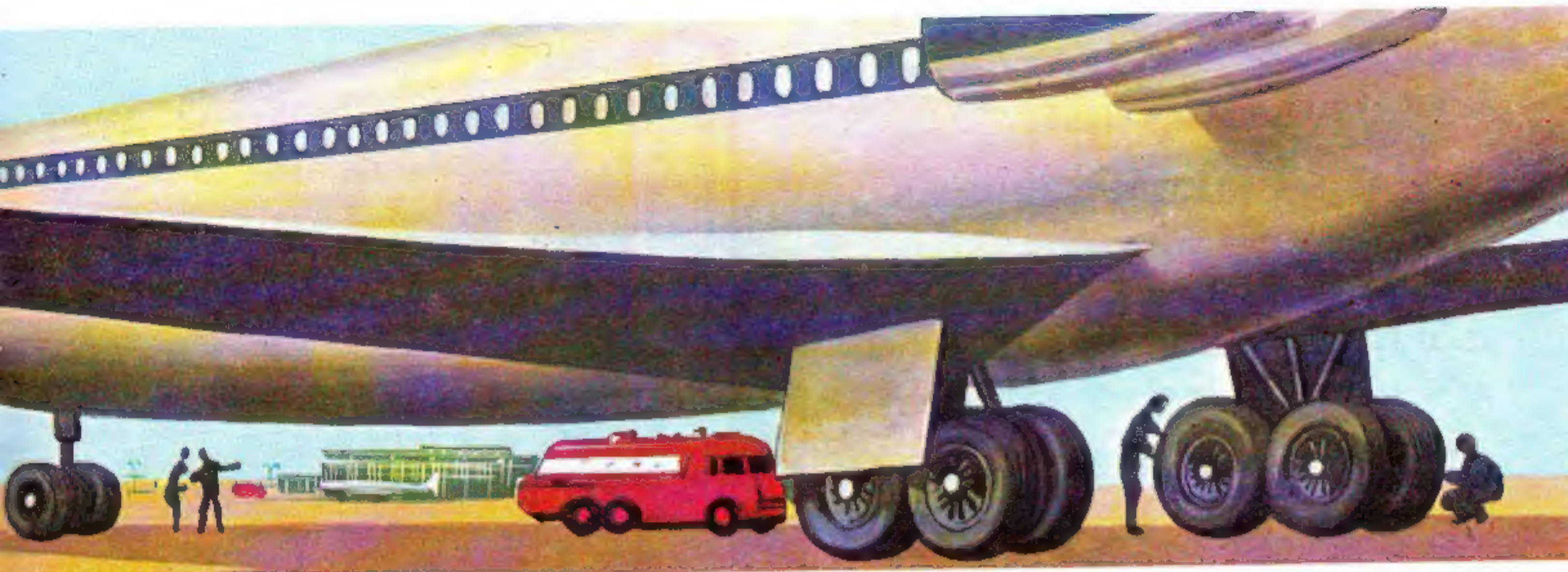
- احكام نفخ العجلات في السيارة ، شرط هام من شروط
سلامة السير ، على الطرقات .

أعجب الاختبار « جوني » ، فلم يهدأ
له بال ما لم تؤمن لعجلات دراجته أطر^{١٢}
هوائية مناسبة . ذلك أنه كان مُصمماً على
أن يغلب في السباق رفاقاً يكبرونه سنّاً ،
كان يلتقيهم بعد الدرس ، في ساحة
« بلفاست » العامة . ونزل الأب عند رغبة
ابنه ؛ وفي مطلع عام ١٨٨٨ ، كان
بوسع جوني أن يجري على هواه ، مُمتطياً
دراجة غدت مسحورة .

وصنعت منها درعاً^{١٣} متينة كسوت بها
أنبوب المطاط ، وثبتت هذه العدة كلها
على الإطار الخشبي تثبيتاً مُحكماً . إذ ذاك ،
عمدت الى منفاخ كرة قدم ، فنفخت
أنبوب المطاط بكمية من الهواء ، ثم
ثبتت طرف حلمة المصاصة ، وربطتها
بخيطة . ولما فرغت من ذلك ، رحت
أتأمل نتيجة عملي بزهو وسرور .

كان « دنلوب » إذاً ، في السنة السابقة ،
قد اخترع إطار الهواء الداخلي وإطار
المطاط الخارجي في آنٍ معاً ؛ وذلك
لرفاهية راكبي الدراجات الهوائية العتيدين
كلهم ، ولراحة راكبي الدراجات النارية
وراكبي السيارات في العالم بأسره ، دون
إغفال المسافرين بطريق الجو ، كلما أقلعت
طائراتهم أو حطت في مطار .

أما تفوق الرباط الهوائي على الرباط
المليء ، فقد ظهر جلياً ، في اختبار بسيط



— عجلات الهبوط في طائرة من طراز « فيكرز ف. ك. ١٠ » يمكن التثبيت من وضع عجلات الطائرات ، في أيامنا ، باعتماد وسائل خاصة تكشف كل ضعف ووهن .

الأسئلة

- ١- أي عمل كان يتعاطى « جون دنلوب » ؟
- ٢- ما الذي كان يُزعجه في تجواله ؟
- ٣- ما الذي كان يزعج ابنه ؟
- ٤- ما كان سبب الخضخضة والرجرجة ؟
- ٥- كيف صنع « دنلوب » أول إطار هوائي ؟
- ٦- كيف ثبت تفوق الإطار الهوائي على الإطار الملبى ؟
- ٧- كيف أفاد جون من اختراع والده ؟
- ٨- ما هي وسائل النقل التي أفادت من اختراع « دنلوب » ؟

التفسير

- ١- جابَ يجوبُ الريفَ : تجوّل فيه .
- ٢- على ما فيها : مع ما فيها .
- ٣- نوابض : جمع نابض : جهاز مرن يعود إلى وضعه كلما شدّ أو ضُغِط .
- ٤- عانى يُعاني الألم : أصيب به وتحملّه .
- ٥- أُطِرَ : جمع إطار : ما تُلبَسُ به عجلة .
- ٦- فكرة حاسمة : جازمة ، تحمل الحل .
- ٧- عمد إلى الشيء : استعان به .
- ٨- الدرع : لباس من حديد يحمي به المحارب .
- ٩- عَجَلَة عَجَلَات : دولاب دوليب .
- ١٠- إرتطم الشيءُ بالشيء : إصطدم به .

عصر الحديد في البناء

كذلك ، « مكتبة القديسة جنيفيف » ،
وقاعة المطالعة في المكتبة الوطنية ، والقاعات
الفسحة في المحطات والمخازن الكبيرة ...



- « قصر البلور » الذي وضع تصميمه « جوزف براكن » ،
فُني بكامله من المعدن والزجاج ، لمناسبة إقامة المعرض العالمي
الأول في « هايد بارك » ، لندن ، عام ١٨٥١ . وقد استقبل
هذا القصر ١٧٠٠٠ عارض من كل الجنسيات . أعيد بناؤه
في حي آخر ، ففضى عليه حريق مؤسف .

كان البناء الأقدمون في بلاد مصر
واليونان ، إذا أرادوا تثبيت حجارة البناء
التي كانوا يرصفونها بعضها فوق بعض
رصفاً حياً متيناً ، أحكموا ربطها بواسطة
كلايب^٢ من البرنز أو الرصاص . وفي
القرن السابع عشر ، وفر « كلود بيرو »
لقناطر « اللوفر » الأنيقة دعائم من حديد .
بعد ذلك ، لجأ المهندس « سوفلو » الى
هيكل من حديد أليس الباطون ، لدعم
قبة « البتيون » . وعقب^٣ الحرائق الكبرى
التي كانت تلتهم الهياكل الخشبية ، أدرك
المهندسون فائدة استعمال الهياكل المعدنية
التي لا تحترق . فاخذت هذه الهياكل
المعدنية تظهر هنا وهناك ، في بناء القصور
الخاصة والمسارح والأسواق ، فيما أخذ
المهندسون يبنون الجسور المعدنية المعلقة .

وظهر في لندن « قصر البلور » المشهور
الذي أقيم بالحديد والزجاج ، وشيدت^٥
في باريس كنيسة القديس أغسطينوس
التي بُني هيكلها من القوت ، أو الحديد
المسبوك^٦ . ومن الأبنية التي شيدت بالحديد

إِلَّا أَنَّ عَصْرَ الْحَدِيدِ فِي هَنْدَسَةِ
الْبِنَاءِ ، بَلَغَ أَوْجَٓ٧ اَزْدِهَارِهِ ، بِمُنَاسَبَةِ الْمَعْرِضِ
الْعَالَمِيِّ الَّذِي أُقِيمَ عَامَ ١٨٨٩ ، وَالَّذِي
أَمَّنَتْ نَجَاحَهُ ثَلَاثَةُ أُبْنِيَةٍ هِيَ : قَصْرُ الْفُنُونِ
الْجَمِيلَةِ وَالْفُنُونِ الْحَرَّةِ الَّذِي بَنَاهُ « جَان
فَرْمِيْجِي » ، وَقَاعَةُ الْآلَاتِ الْكُبْرَى الَّتِي
بَنَاهَا « دُوْتِر » ، وَأَخِيرًا وَخَاصَّةً بُرْجُ
« إِيْفِل » !

أَعْمَالُ جِسْرِ بوردو ، وَمَدَّةُ « جِسْرِ الْغَارَابِي »
الْجَرِيءِ ، فَوْقَ وَادِي « التُّرُوِيِر » . فَتَبَنَّى
فِكْرَةَ مَسَاعِدَتِهِ « إِمِيل نُوغِيَه » وَ« مَوْرِيْس
كُخْلِن » ، أَلَا وَهِيَ إِقَامَةُ بُرْجٍ يَبْلُغُ ارْتِفَاعُهُ
٣٠٠ مِترًا ، وَيَكُونُ أَرْفَعَ بُرْجٍ فِي الْعَالَمِ .
بَدَأَتْ الْأَعْمَالُ فِي شَهْرِ كَانُونِ الثَّانِي مِنْ
عَامِ ١٨٨٧ ، وَفِي ٣١ آذَارِ ١٨٨٩ ،
رَفَعَ « إِيْفِل » ، عَلَى قِمَّةِ الْبِنَاءِ ، عِلْمَ
بِلَادِهِ الثَّلَاثِيَّ الْأَلْوَانِ . بَلَغَ وَزْنُ الْبُرْجِ
٧١٧٥ طَنًّا ، وَتَضَمَّنَ أَكْثَرَ مِنْ مِليون

كَانَ « غُسْتَاَف إِيْفِل » (١٨٣٢ -
١٩٢٣) ، تَحْتَ سِتَارِ الْمَعْدِنِ ، قَدْ أَدَارَ



- مَشْهَدُ لِبُرْجِ إِيْفِل يَوْمَ كَانَ فِي طُورِ الْبِنَاءِ (١٨٨٨) .

دِسار. وفي عام ١٩٥٩ ، أقامت مصلحة

الإذاعة والتلفزيون الفرنسية ، في قمة البرج ،
بعضَ تجهيزاتها الجديدة ، فددت ارتفاعه
حتى بلغ في رأس أعمدة الإرسال ٣٢٠,٧٥٥
متراً .

وما « برجُ إيفل » ، في الواقع ، إلا
عمودُ جسر لا يحمل شيئاً ولا يقوم بأيّ
عمل ؛ ولم يُقَمَّه بانيه إلا ليكون ، على
حدّ قوله ، رمزاً « لفنِّ المهندس ، ولعصرِ
الصناعة والعلم » بيدَ أنّه اليومَ يلعبُ دوراً
خطيراً ، بحمله الهوائيات^١ والمناورات ؛
وهو بصفته مهدّ « علم الحركة الهوائية »
الذي أسَّسه « إيفل » ، كان مركزاً لعدد

من الاختبارات العلميّة المختلفة .

للبناء المعدنيّ ، مع ما عرفه من
ازدهار ، معارضون ومتقّدون . فقد عيبَ
الحديدُ لأنّه يتطلّبُ عنايةً مكلفةً ، تفرض
طلاءَه بطبقات من الدهان لحفظه من
الصدأ . إلا أنّ خطر الصدأ قد أبعد
اليوم ، باستعمال دهانات خاصّة ، وبإحلال
الفولاذ الذي لا يصدأ ، والألومنيوم محلّ
الحديد . هذا ولم يكشف نجاحُ الباطون
المسلّح نجاحَ الهياكل المعدنيّة في إقامة
الأبنية الكبيرة . فلبعض العوارض المعدنيّة
طول مُذهل قد يبلغ ٢٠٠ متر .

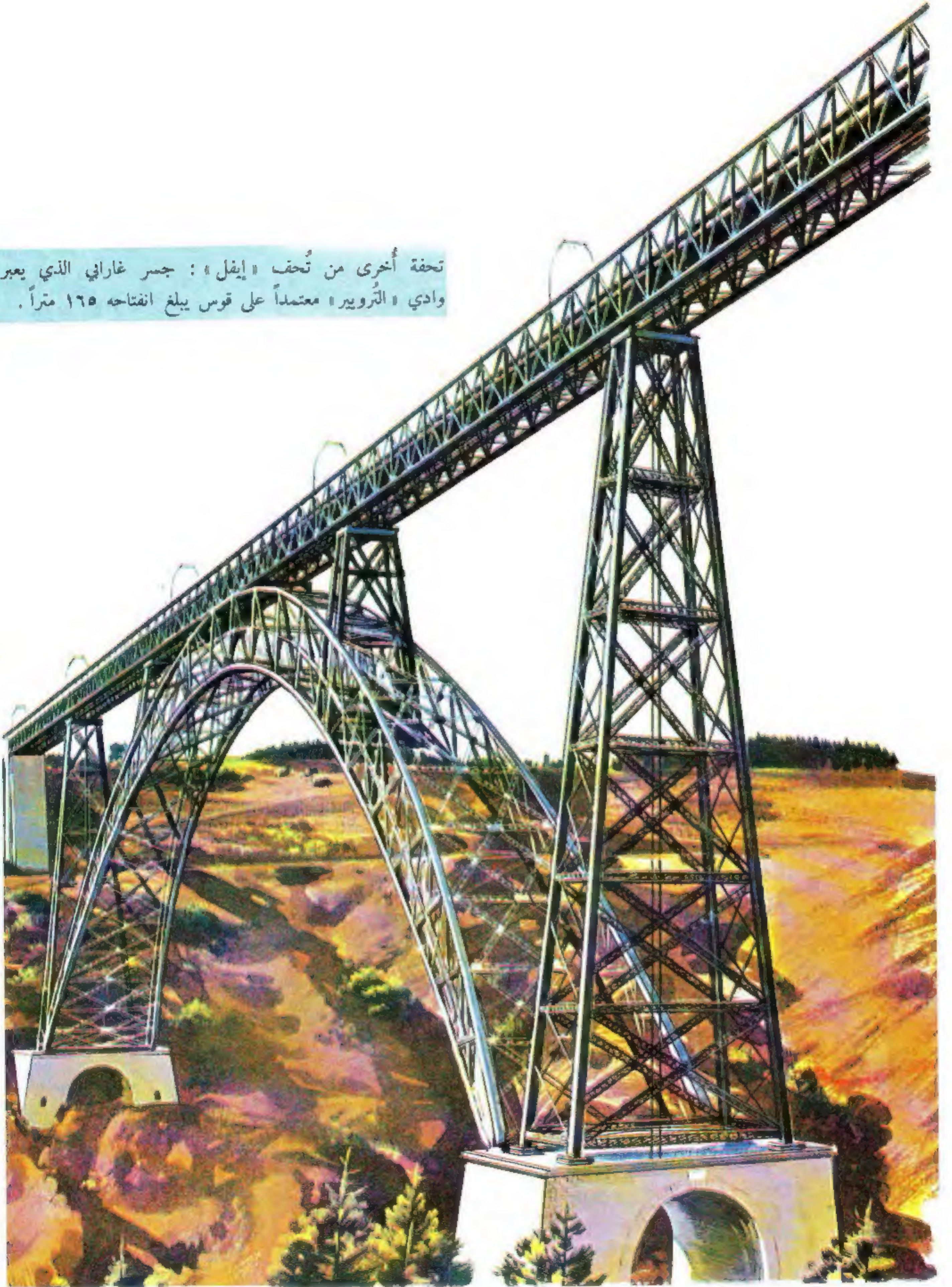
الأسئلة

- ١ - كيف كان البناءُ الأقدمون يستعملون المعادن ؟
- ٢ - ما هو فضل الهياكل المعدنيّة على الهياكل الخشبيّة ؟
- ٣ - ما هي المعادن التي استعملت في البناء ؟
- ٤ - أذكر بعض الأبنية المشيّدة بالحديد ؟
- ٥ - متى بلغ عصر الحديد في البناء أوج ازدهاره ؟
- ٦ - ماذا بنى « غُستاف إيفل » ؟
- ٧ - ماذا تعرف عن بُرج إيفل ؟
- ٨ - لِمَ يُعاب الحديد ، وكيف يُحافظُ عليه ؟

التفسير

- ١ - رصفَ الحجارة : رتّبها .
- ٢ - كُلاب كلاب : قطعة من الحديد معقوفة بشكل
صنارة .
- ٣ - عقبَ الحرائق : بعد الحرائق .
- ٤ - إلتهمَ الطعامَ : أكله ، أتى عليه بسرعة .
- ٥ - شَيّد البناء : بناه .
- ٦ - سبك الحديد : أذابه وصبّه في قالب ، صهره .
- ٧ - أوجُ الشيء : أعلاه .
- ٨ - هوائي الراديو أو التلفزيون : عمود الإرسال أو
الإستقبال .

تحفة أخرى من تحف «إيفل»: جسر غارابي الذي يعبر
وادي «الروير» معتمداً على قوس يبلغ انفتاحه ١٦٥ متراً.





- «ولهم كُراد» .

بِقُطْبِي مُولَّدة كهربائية . كانت تلك الأشعة
(المولَّفة من حُزْمٍ من الإلِكْتروونات ،
كما سيُعرفُ ذلك في ما بعد ، تظهر للعيان ،
ببعض الظواهر الضوئية داخلَ المصباح .
كان قد لُوْحِظَ كذلك ، أنَّ بعضَ
اللُّوحات الفوتوغرافية (الخاصة بالتصوير
الشمسي) القريبة من الأنبوب تتغشَّى ؛
كما لُوْحِظَ أنَّ شاشةَ مَطْلِيَّةٍ بجسم متفلور
مثل سيانور الباريوم البلايني ، كانت تُضيءُ
وتشعُّ . والحال أنَّه كان يبدو ثابتاً ، أنَّ
الأشعة الكاثودية ما كانت تُفْلِتُ من
المصباح . فماذا كان يحدثُ إذا ؟

بتاريخ ٨ تشرين الثاني ١٨٩٥ ،
وهو تاريخ يُذكر ، لاحظ «رنتجن»
ظاهرةً فريدة من نوعها . كان قد ألبسَ
الأنبوبَ قُبعةً من كرتون أسود صفيق^٢ ،



- فحصُ صدرٍ بواسطة شاشة مُفلورة .

انبوب أشعة إكس يقهر الكثافة

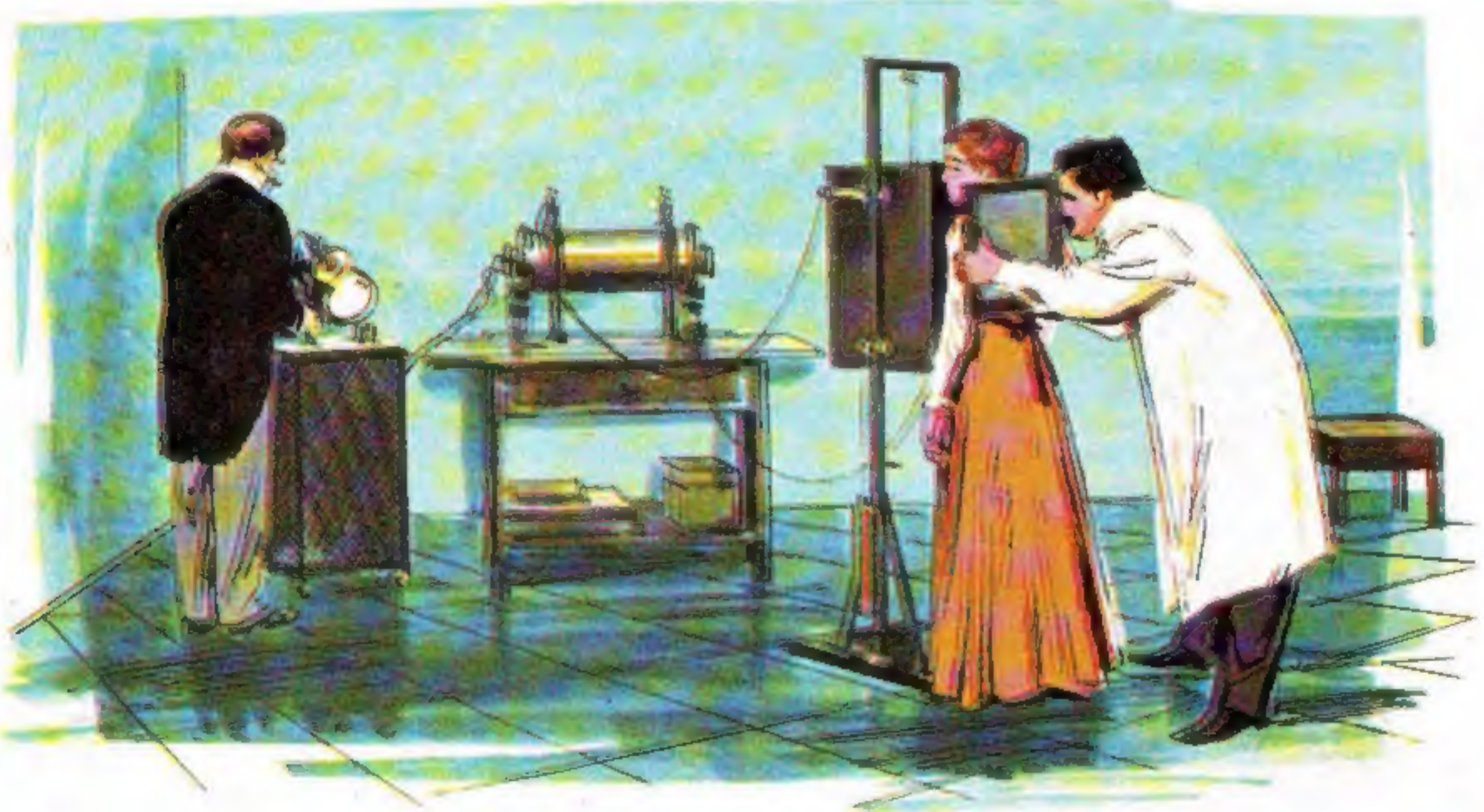
كان العالم الفيزيائي الألماني ، «ولهم
كُراد فون رُنْتَجِن» ، قد بلغَ الخمسين
من عمره ، عندما أثار اهتمامه بعضُ
الأشعة المعروفة بالكاثودية ، لأنها كانت
تَنشأُ على مُستوى الإلِكْتروود السليبي أو
الكاثود ، في أنبوب «كروكس» .

وأنبوبُ كُروكسٍ مِصباحٌ أُفْرِغَ من
الهواء ، وزُوِّدَ بِإِلِكْتُرودَيْنِ اثْنَيْنِ مُتَصِلَيْنِ

لا يَحترقُه النورُ ، فإذا بالشاشة المُتفلّورة تضيءُ وتَلْتَمِعُ بوضوح ، بالرغم من ذاك الإحتياط ... ثبتَ إذ ذاك ، بما لا يَحتمَلُ الشكَّ ، أنَّ إشعاعاً مجهولاً يَنبعث من الأنبوب ، فيعجزُ الكرتون الأسود عن حبسه . أثار هذا الأمرُ فضولاً^٣ «رُنتجن» الى أبعد حدٍّ ، فطلبَ ان يُقامَ سريره ، وأن يُؤتى بالطعام في مختبره الذي لَنْ يَبْرَحَه طوال أسابيعَ مَحْمومة .

إتفقَ له يوماً ، أنْ رَفَعَ ذراعَه بين الأنبوب والشاشة ، فصُعِقَ بمشاهدة عِظام يده : وكانت تلك الظاهرةُ أوَّلَ فَحص بالأشعة السينية . وضعَ إذ ذاك محلَّ الشاشة المُتفلّورة لوحةً حسّاسة ، فحصل على صُور في غاية الغرابة ، وإذا هي أوَّلُ صُورٍ إشعاعية سينية . ولقد أثارت هذه الصورُ ضجةً كبيرةً في العالم : كانت أولها تُظهر يدَ السيِّدة «رُنتجن» هيكليةً مجرّدةً من اللحم . ولم تكن صورةُ البركار

وتراكت الاختبارات ، وأيقنُ «رُنتجن» يقيناً مطلقاً ، أنَّ سببَ تلك الظواهر الملحوظة يكمنُ في نوعٍ جديدٍ من الإشعاعات ، يتولَّدُ من اصطدام الأشعة



- صورة إشعاعية عام ١٨٩٦ . ما كان المصورون يومذاك يتقنون الأشعة ، فذهب منهم ضحايا كثيرون .



- أظهرت الصورة الإشعاعية التي أُخذت لرسم «رَمبرانت» هذا ، أنَّ على قطعة الكتَّان ملامحَ رسم لم يكتمل ، يُمثِّل امرأة منحنية على مهدٍ طفل .

سيكتشفُ العِلْمُ أنَّ الأشعَّةَ السينيَّةَ من نوع الأشعَّةِ الضوئيَّةِ ؛ إلَّا أنَّها أقصرُ منها طولَ موجة ، ممَّا يوفرُ لها القدرةَ على التغلُّلِ عبرَ الأجسامِ الصفيقة . وسيكونُ لاكتشافِ هذه الأشعَّةِ نتائجُ لا حصرَ لها ، على علمِ الفيزياء . فهي تلعبُ ، في دراسة تكوين البلُّوريَّات ، دوراً أساسياً خطيراً . ناهيك^٦ عن أنَّ المعدَّنين يستعملونها باستمرارٍ ، لفحص العينات التي يُحلِّلونها .

ويمضي البحثُ العلميُّ قدماً^٨ ... فيجدُ « هنري بيكريل » نفسه ، فيما كان يُحاول التحرِّي عن تلك الأشعة ، أمامَ ظاهرة النشاط الإشعاعي ، فإذا هو على عتبةِ عالمٍ جديد ، هو عالمُ الذرة والطاقة النووية ...

أو الأوزان المعدنيَّة ، المرتسيمة بوضوح عبر جُدران إحدى العُلب ، أقلَّ إثارة للدهشة والذهول .

وسُرعان ما أدرك^٩ العلماءُ الإمكانيات المدهشة العجيبة التي تُوفِّرها الأشعَّةُ السينيَّةُ للتشخيص الطَّبي : فطالما أنَّ الجسمَ شفافٌ إزاءها^{١٠} ، فقد باتَ بالإمكان تحديدُ موقع أيِّ جسمٍ غريب فيه ، كما باتَ بالإمكان تمييزُ تفاصيل الكُسر كُلِّها ، عبر ظُلُمات الأنسجة . وانطلاقاً ممَّا لوحِظ من تأثير الأشعَّةِ السينيَّةِ على الخلايا الحيَّة ، فكَّرَ الأطبَّاء ، منذُ عام ١٨٩٦ ، باستعمالها مباشرةً في علاج المرضى ؛ فكان مطلعُ عهدِ المعالجة بالأشعَّةِ السينيَّةِ ؛ وانفتحت أمام الطِّبِّ آفاقٌ واسعة شاسعة .



- صورة إشعاعية ليد .



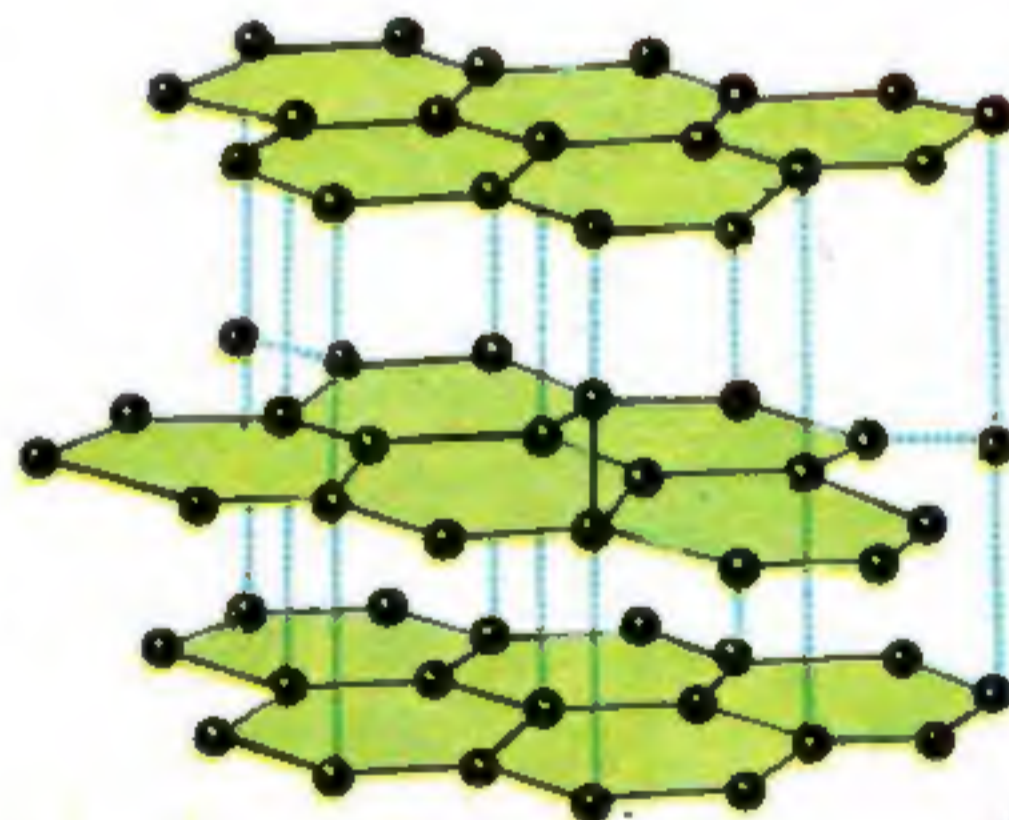
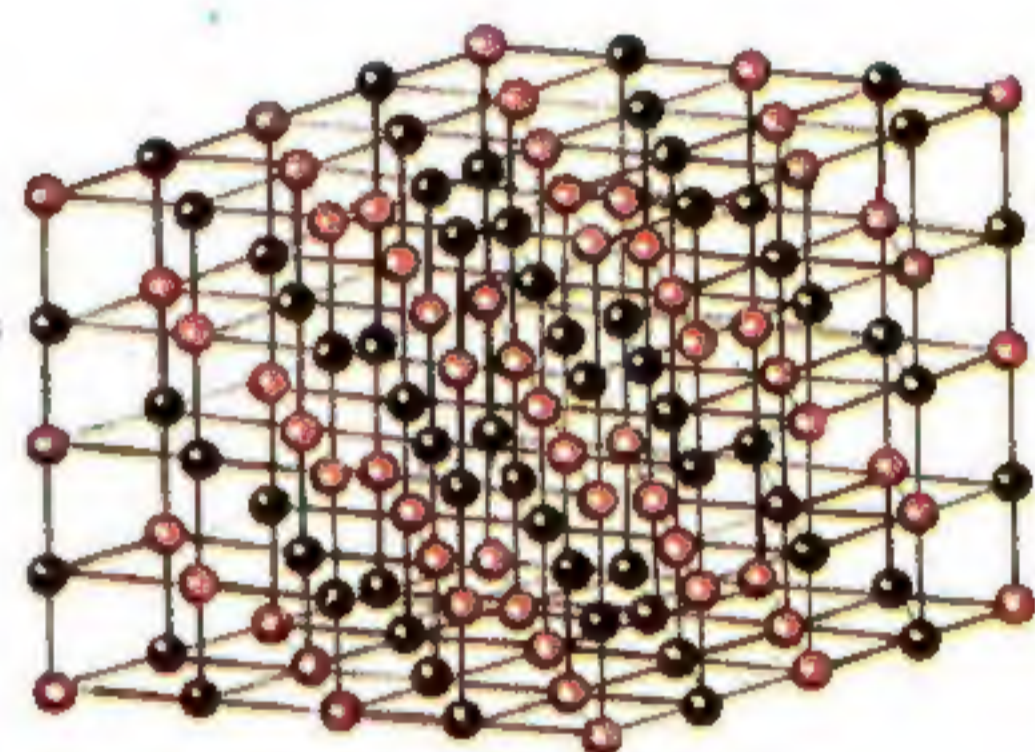
- بلّورة ملح صخريّ (كلورور السوديوم ، أو ملح الطعام) وبنيتها ، كما تظهر بواسطة الأشعة السينية . لآليء حمراء هي أيونات السوديوم ؛ ولآليء سوداء هي أيونات الكلور .-

التفسير

- ١- تَغشَى الصورة : تَغْطِي بِغِشَاء ، فَتَضِيع مَلامِحُهَا .
- ٢- صَفِيق : كَثِيف ، غَيْر شَفَّاف .
- ٣- الْفُضُول : حُب الْمَعْرِفَةِ وَالْاِكْتِشَاف .
- ٤- أَيقِن يُوَقِّن : عَرَف مَعْرِفَةً ثَابِتَةً .
- ٥- أَدْرَكَ الْأَمْرَ : فَهِمَهُ .
- ٦- إِزَاءَهَا : أَمَامَهَا .
- ٧- نَاهِيكَ عَنْ ... : فَضلاً عَنْ ...
- ٨- مَضَى قَدْماً : تَقَدَّمَ ، تَطَوَّرَ .

الأسئلة

- ١- ما هو أنبوب « كروكس » ؟
- ٢- ما الذي لفت انتباه العالم « ولهم رنتجن » في الأشعة الكاثودية ؟
- ٣- ما الذي أثار فضوله ، وحمله على الاعتصام في مختبره ؟
- ٤- لماذا سمى « رنتجن » الأشعة التي اكتشفها الأشعة السينية ؟
- ٥- هل لاحظت عامل الصدفة في الاكتشاف العلمي ؟ بين ذلك .
- ٦- كيف تُستعمل الأشعة السينية في الطب ؟
- ٧- كيف تُستعمل الأشعة السينية في الفيزياء ؟
- ٨- هل لاحظت كيف يقود الاكتشاف العلمي الى مزيد من الاكتشافات ؟ بين ذلك .



- بلّورة غرافيت ، تظهر فيها ذرّاتُ الفحم في أشكالٍ مُسَدَّساتٍ تَنْتَظِمُ طَبَقَاتٍ طَبَقَاتٍ .

ولادة حضارة

- ١ - من المبرم القطيع إلى مكائن الصناعة ذات الذاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
- ٢ - الزجاج مادة شفافة • الدولاب جهاز نقل • طيارة الورق • أكثر من لعبة بسيطة
- ٣ - آلات قياس الوقت • الورق • مطية الفكر • الطرقات • سبل اتصال بين الشعوب
- ٤ - السيطرة على المعادن • المرأة • من دنيا التبرج إلى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحكم
- ٥ - من النظارتين إلى المنظار إلى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحمينا من الأرض • الصابون والظفان للأناسة

النقنية تقوم بأولى تحدياتها الكبيرة

- ٦ - الطعنة المائية والطعنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتنبرغ إلى ... غد
- ٧ - الأسلحة النارية عدة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين • في طقم الفرس • خداس للمرهقين
- ٨ - "دولاب بسكال" هذه الآلات الحاسبة الإلكترونية • من المظلة إلى الدبابة • آلات إهدات الفراغ
- ٩ - التحكم على وسادة من هواء • المجرى في سيطرته على المتأهلي الصفر • ميزان الضغط

من الحرف اليدوية إلى الصناعة

- ١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى إلى السفن الحديثة • من "الصحافة" إلى "الصاعقة"
- ١١ - المروحة وانطلاق الملاحة ... • من عمرة كونيوس "البخارية إلى ستاراتنا • غاز الإضاءة ...
- ١٢ - الآلات الإلكترونية • "شاري" "فرنكلين" • من المنظار إلى البالونات الفضائية
- ١٣ - تلفاز "شابي" • من النسيج البدائي إلى نول الحياكة • الدبابة الأولى وذريبتها
- ١٤ - بطارية "فولتا" • عيادات الشقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية
- ١٥ - "لينيك" و "السينسكوب" • علم المحفزات التي تقود بالمليارات • التربينات في العمل
- ١٦ - التلفاز الكهربائي يمتدح رسام ... • آلة الحياطة • عرصة التصوير تنفتح على كل شيء
- ١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجر يجهز ملايين السيارات • التبيج المفرد

العالم يُبدل معالم وجهه

- ١٨ - الديناميت للستاد والضراء • حفراً بار النفط • من الآلة الكاتبة إلى الطباعة الإلكترونية
- ١٩ - صناعة البزد • الدينامو مولد التيار • المحرك الكهربائي • من السيلولويد إلى اللدائن
- ٢٠ - الميكروفيتم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • التزام والقاطرة الكهربائية
- ٢١ - سلسلة البزد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الهادي إلى الإلكترونيات
- ٢٢ - مجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر المديري في البناء • انبوب أشعة أكس يغير الكثافة
- ٢٣ - من الفلاسكوب إلى السيناسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطرايط تخفق بالآمال الرحبة
- ٢٤ - محرك ديزل يخرج من قذامة • الاتصالات البعيدة التي تنتقل على موجات الأثير • البليستوغراف
- ٢٥ - زجاج لا يجرع • آلات توليد العواصف • الصور السريعة على الشاشة الصغيرة

من الذرة إلى الفضاء

- ٢٦ - اكتشاف الجزيئات الدقيقة • الرفعة الذرية • المجرى الإلكتروني عين قارة على روية الغيوم
- ٢٧ - الرادار الساحر • من الأبيس القديم إلى أبراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
- ٢٨ - الترنزستور والترنستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تهرج فيها طاقة الشمس

أرسى القرن الثامن عشر علم الكهرباء ، وأطلق أول السفن البخارية ،
والمناطيد والغواصات الأولى ، وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصناعية
بفضل البخار والكهرباء والآلة ، فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع :
من القاطرة والسكة الحديدية الشقاب ، ومن التلفاز إلى التصوير
الشمسي ، ومن الدبابة إلى التربية ...

تأليف : ف. لوت
رسم : ب. برويست
ترجمة وإعداد : سهيل سمّاحة